Inhaltsverzeichnis

- Inhaltsverzeichnis -

1. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

1.1. Einführung, Kenndaten

Die ZUSE Z 43 ist eine kleine Universal-Rechenanlage. Weitgehende Verwendung integrierter Schaltkreise der TTL Technik sichern hohe Packungsdichte und Zuverlässigkeit. Die ZUSE Z 43 ist ein Parallelrechner mit fester Wortlänge (16 Bit).
Der Kernspeicher mit 4096 Worten in der Grundausbaustufe hat eine Zykluszeit von 1,6 μsec. Durch ein modulares Aufbausystem ist eine Kapazitätserweiterung bis auf 32 767 Worte vorgesehen.

Die Operationen werden mit 16 Mehrzweckregistern durchgeführt. Eines dieser Register ist der Befehlszähler. Die Register können als Basisregister, Indexregister und Akkumulatoren verwendet werden.

1.2. Kennwerte der Zentraleinheit

Arbeitsspeicherkapazität: 4k/8k/12k/16k/20k/24k/28k/32k Worte

Wortlänge im Arbeitsspeicher: 16 bit, kein Paritybit

Speicherzykluszeit : 1,6 μs

Register : 16 adressierbare 16 bit Arbeitsregister

Befehlsvorrat : 81 (incl. Multiplikation+Division)

Befehlsformat : 16 und 32 bit

Funktionszustände : Programmzustand P1 (Benutzerebene)
Programmzustand P2 (Organisationsebene)

Datenformate : 8 bit für Ein- und Ausgabe
16 und 32 bit für Verarbeitung

Operationszeit : 1,96 μs Addition zweier Register

Ein-u. Ausgabeschnittstelle: Multiplex-(u. Schnellkanal)schnittstelle

An beide zusammen können 8 Steuereinheiten angeschlossen werden.
Datenrate über Multiplexkanal je nach Progr.
Datenrate über Schnellkanal max. 500 KB/s.
(Schnellkanal als Option)

Abmessungen :

a) Tischmodell:

RSTW+ASP32kB + Bed. Steuerung + BFD +Stromversorgung — 570 mm breit, 652 mm tief, 670 mm hoch

b) Schrankmodell, Einbaumodell

19"-Einbaubreite, vorgesehen zum Einbau in Siemens-Schrank 2020 (700x550x1800mm)

Einbauhöhen: RSTW+ASP 32kB+Bed.Stg.: 240mm tief, 577mm hoch
BFD : 70mm " , 220mm "
SV : 260mm " , 577mm "

Gewicht: wird noch festgelegt

Anschlußwerte : Drehstrom 220/380V + 10%, -15%, 47-63 Hz

Umgebungsbedingungen: 10° - 40° C
max. 10-90% rel. Luftfeuchte (keine Kondensation)
normale Staubdichte
keine Raumklimatisierung nötig
keine Erdvorschriften (außer VDE 0100)
keine Umformer
Funkentstörgrad N nach VDE 0875 bzw. Einhaltung der Bestimmungen der DBP zur Erlangung der FTZ-Nummer.

1.3. Technische Realisierung: Aufbausystem: SIVAREP B
Schaltkreistechnik: ST3 / ST2
Stromversorgung : System SV3

Temperaturüberwachung: in SV3-System enthalten,

Spannungsüberwachung: in SV3-System enthalten

Datensicherung bei Netzausfall durch SV3-System gewährleistet.

1.4. Kompatibilität : programmkompatibel mit ZUSE Z 46

EA-Schnittstellenkompatibel mit SIEMENS 4004 S

Die ZUSE Z 43 ist ein Parallelrechner mit fester 16 bit-Wortlänge, die Struktur zeigt das Blockschaltbild in Fig. 1 .

AR:	16-bit-Adreßregister
OP:	16-bit-Operandenregister
SR:	Standardregistersatz= 16 Arbeitsregister a 16 bit
BR:	Befehlsregister, 16 bit
SZ:	Schrittzähler, benötigt bei Verschiebungen, 4 bit
AW:	16-bit-Paralleladdierwerk
LS:	16-bit-Lese-Schreibregister (Kernspeicher-Puffer)
AZ:	Adressenzähler, 16 bit, nur benötigt für Schnellkanalbetr.
BY:	Bytezähler, 16 bit, nur benötigt für Schnellkanalbetrieb
ASP:	4k - 32k-Worte Arbeitsspeicher, 1 Wort = 16 bit
BFD:	Bedienungsfeld
PST:	Peripheriesteuerung.

Im Arbeitsspeicher stehen die zu einem oder mehreren Programmen gehörigen Daten. Das sind Befehle, Zahlen und Binärmuster.

Der Speicher besteht aus einem oder mehreren 4k-Moduln, der Ausbau ist bis zu einer Kapazität von 32k-Wörtern möglich. Die Wortlänge ist 16 bit, ohne Parität. Die Zykluszeit ist 1,8 µs.

Das Rechen-Steuerwerk steuert den folgerichtigen Ablauf der Programme die Ausführung von Programmunterbrechungen sowie den Ablauf der einzelnen arithmetischen und logischen Befehle.

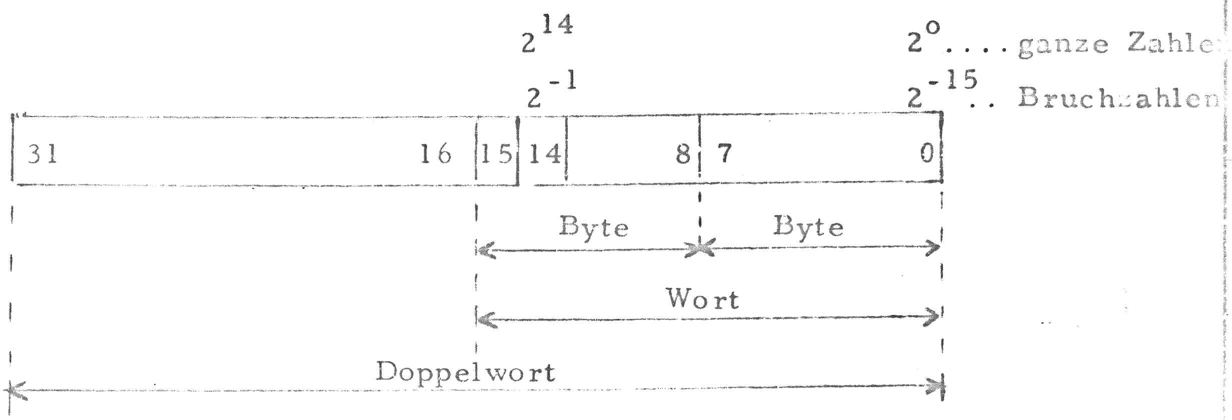
Die Peripheriesteuerungen verkehren entweder im Multiplexbetrieb programmgesteuert über den Standardregistersatz oder im Schnellkanalbetrieb mit direktem Zugriff zum Arbeitsspeicher.

Das Bedienungsfeld dient zur Inbetriebnahme, Prüfung und Wartung der Anlage.

1.2. Wortformate

In der folgenden Beschreibung der Wortformate sind die bit-Positionen innerhalb des Wortes von rechts nach links numeriert, das bit 0 ist das niedrigwertigste, bis 31 bzw. 15 jeweils das höchstwertigste bit.

1. 2. 1. Datenworte



Die Festkommazahlen, die in einem Wort oder Doppelwort dargestellt werden, sind entweder ganze Zahlen oder Dualbrüche.

Bit 15 bzw. 31, das Vorzeichen, ist O für positive Zahlen und 1 für negative Zahlen. Negative Zahlen werden im Zweierkomplement dargestellt. Der Zahlenbereich für ein Einfachwort ist:

für ganze Zahlen (Integer): $-2^{15} \leq m \leq 2^{15} - 1$

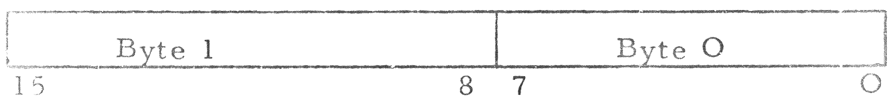
für Bruchzahlen (Fractional): $-1 + 2^{-15} \leq m \leq 1 - 2^{-15}$

Der Zahlenbereich für ein Doppelwort ist :

für ganze Zahlen: $-2^{31} \leq m \leq 2^{31} - 1$

für Bruchzahlen: $-1 + 2^{-31} \leq m \leq 1 - 2^{-31}$

Zwei 8 bit-bytes sind in einem Wort wie folgt abgespeichert:



1.2.2. Befehlsworte

Es bestehen zwei Befehlsformate, nämlich Kurzbefehle (16 bit) und Langbefehle (32 bit), wobei ein Langbefehl in zwei aufeinanderfolgenden Arbeitsspeicherzellen steht.

Die Befehle werden, entsprechend ihrer Wortlänge, in einem oder zwei Maschinenzyklen gelesen. Innerhalb dieser beiden Formate gibt es vier Befehlsklassen. Die Unterscheidung erfolgt im Operationsteil des Befehls.

1.2.2.1. Befehlsklassen

Register-Befehl (RB)

OC	R1	R2
2^{15} … 2^{8}	2^{7} … 2^{4}	2^{3} … 2^{0}

OC - Operationscode
R1 - Resultatregister
R2 - Operandenregister

Die Operation wird mit den Inhalten der Register R1 und R2 durchgeführt. Das Resultat geht nach R1; <R2> bleibt unverändert.

Constanten - Befehl (CB)

OC	R1	R2
2^{15} … 2^{8}	2^{7} … 2^{4}	2^{3} … 2^{0}

OC - Operationscode
R1 - Resultatregister
R2 - Constante

Die Operation wird ausgeführt mit dem Inhalt des Registers R1 und der Constante R2, die im Befehl selbst angegeben ist.
Die Constante R2 ist vierstellig (Stelle 0 -:- 3). Die Stellen 4 -:- 15 werden mit "O" aufgefüllt. Das Resultat geht nach R1, die Constante im Befehl bleibt erhalten.

Speicher - Befehl (SB)

OC	R1	R2
2^{15} … 2^{8}	2^{7} … 2^{4}	2^{3} … 2^{0}

OC - Operationscode
R1 - Resultatregister
R2 - Indexregister

Die Operation wird ausgeführt mit dem Inhalt des Registers R1 und dem Inhalt der Speicherzelle, deren Adresse in <R2> steht. Das Resultat geht nach R1, <R2> und der Inhalt der adressierten Speicherzelle bleiben erhalten. (Ausnahme: Umspeicherbefehl, s. S. 24)

Adreß - Befehl (AB)

OC	R1	R2

OC - Operationscode
R1 - Resultatregister
R2 - Basisregister

A

2^{15} … 2^{0}

A - Adresse
steht in der nächsten Kernspeicherzelle hinter dem A - Befehl

Die Operation wird ausgeführt mit dem Inhalt der Speicherzelle und dem Inhalt des Registers R1. Das Resultat geht nach R1. (Ausnahme: Umspeicherbefehle s. S. 28).
Die effektive Adresse der Speicherzelle ergibt sich wie folgt:

Direkter Adreßbefehl

R2 = O : Die Adresse A ist die effektive Adresse.

Indirekter Adreß-Befehl

R2 ≠ O : Die Adresse A wird zum Inhalt des durch R2 angegebenen Basisregisters addiert ; das ergibt die effektive Adresse.

Für alle Befehlsklassen gilt :

Bit 8 -:- 15 (OC) des Befehlswortes beinhaltet den Befehlscode. Die Codierung der einzelnen Befehle innerhalb der Befehlsklassen ist im Anhang, Tab. 3, zu finden.

1.3. Adressierung

1.3.1. Adressierung der 16 Arbeitsregister (SR) Standartregister

Aus dem Befehlswort werden zweimal 4 bit zur Adressierung der Register verwendet, und zwar für das R1-Feld die bits 4-:- 7 und für das R2-Feld die bits 0-:- 3.

Das Register 15 beinhaltet den Befehlszähler BZ und ist für andere Verwendungen gesperrt.

Adresse der 16 bit-Register	
0	kein Basisregister, sonst frei verfügbar
1	frei verfügbare Register
2	"
3	"
4	"
5	"
6	"
7	"
8	"
9	"
10	"
11	"
12	"
13	"
14	"
15	Befehlszähler

1.3.2. Speicheradressierung

Der Speicher ist wortstruktuiert. Bei einem Lese- oder Schreibvorgang wird ein Wort parallel verarbeitet :

Bei Peripherie- Ein- und Ausgabevorgängen wird durch die letzte Binärstelle der Adresse (2^0) entschieden, ob die linke oder die rechte Hälfte der Worte verarbeitet wird.

Adressierungsschema : 16 bit - Adresse

... 101	... 100	... 011	... 010	... 001	... 000	
5	4	3	2	1	0	Bytes
2	2	1	1	0	0	Worte
1	1	0	0	0	0	Doppelwort

Es sind jeweils die untersten drei Binärstellen der 16-bit-Speicheradresse angegeben und darunter die Lage der Daten im Speicher.

Befehle liegen an Wortgrenzen; 2-Wort-Befehle brauchen nicht an Doppelwortgrenzen zu liegen. Operandenworte müssen durch geradzahlige Adressen aufgerufen werden und Adressen von Doppelworten müssen durch 4 teilbar sein.

Alle Adressen sind 16 bit lang. Es sind damit

65 535 Bytes oder 32 767 Worte adressierbar.

Bei kleineren Kernspeicherkapazitäten werden die nicht benutzten Bitstellen ignoriert.

2. BEFEHLE

2.1. Allgemeines

Dieser Teil beschreibt die Funktion der einzelnen Befehle innerhalb der Klassen und die Auswirkung auf die betroffenen Register und den Arbeitsspeicher der Anlage.

Gleichzeitig werden die Befehlssymbole und die Operationszeit angegeben. Der zeitliche Ablauf kann jeweils aus den einzelnen Impulsdiagrammen ersehen werden. (s. Anhang). (Die Befehlsbezeichnung der eingerahmten Darstellung ist die intern verwendete).
Die in der Befehlsbeschreibung verwendeten Zeichen bedeuten:

- <R> = Inhalt der durch R angegebenen Standardregister
- T = Ausführungszeit des Befehls
- DW = Doppelwortoperation
- n = Anzahl der Schiebeschritte bei Verschiebebefehlen
- a = Adresse des R1-Registers im Befehlswort
- b = Adresse des R2-Registers im Befehlswort
- c = Teil der Operandenadresse beim A-Befehl, steht in der nächsten Kernspeicherzelle nach dem Befehlswort.

2.2. Befehle der R-Klasse

Bei Befehlen der R-Klasse stehen die Operanden nach der Klassenerkennung sofort zur Verfügung, es wird kein weiterer Speicherzyklus benötigt.

2.2.1. Transportbefehle

B a,b   Bringen positiv

T : 1,96 µs

BRP	R	R1	R2

15 0

BB a,b   Bringen positiv DW

T : 2,94 µs

Einfachwort : <R2> ---> R1

Der Inhalt des durch R2 angegebenen Standardregisters wird in das durch R1 angegebene Standardregister geschrieben. Der vorige <R1> wird überschrieben, <R2> bleibt erhalten.

Doppelwort: <R2> ---> R1, <R2+1> ---> R1+1

Bem.: Sonderfälle können auftreten, wenn im R1 und R2-Feld zwei benachbarte Register in fallender Adressierung angegeben werden. (Z. B. BB 4, 3 :<3> --> 4, <4> = <3> --> 5

BN a, b Bringen negativ

T : 1,96 µs

BBN a, b Bringen negativ DW

T : 2,94 µs

BRN	R	R1	R2

15 … 0

Einfachwort : $\langle \overline{R2} \rangle + 1 \dashrightarrow R1$

Das Zweierkomplement des durch R2 angegebenen Standardregisters wird in das durch R1 angegebene Standardregister geschrieben. Der vorige <R1> wird überschrieben, <R2> bleibt erhalten.

Doppelwort : $\langle \overline{R2} \rangle + 1 \dashrightarrow R1$, $\langle \overline{R2+1} \rangle + 1 \dashrightarrow R1+1$ (2. Hälfte)

Bem.: Sonderfälle treten auf wie bei BBa, b besprochen. Ein evtl. auftretender Übertrag in der 1. Hälfte wird beim Komplementieren der 2. Hälfte berücksichtigt.

2.2.2. Arithmetische Befehle

Aa, b Addieren

T : 1,96 µs

AAa, b Addieren DW

T : 2,94 µs

ADD	R	R1	R2

15 … 0

Einfachwort : <R1> + <R2> --> R1

Die Inhalte der durch R1 und R2 angegebenen Standardregister werden addiert und das Ergebnis in das durch R1 angegebene Standardregister gebracht.

Der vorige <R1> wird überschrieben, <R2> bleibt erhalten.

Doppelwort: <R1> + <R2> --> R1
<R1+1> + <R2+1> --> R1+1

Bem.: Sonderfälle treten auf, wenn im R1-und R2-Feld zwei benachbarte Register in fallender Adressierung angegeben werden, z. B. AA4, 3 : <3> + <4> --> 4, <4> = Ergebnis der 1. Addition + <5> --> 5 .

Sa, b Subtrahieren:
T : 1, 96 /us

SSa, b Subtrahieren DW
T : 2, 94 /us

SUB	R	R1	R2
15			O

Einfachwort : < R1> - <R2> --> R1

Der Inhalt des durch R2 angegebenen Standardregister wird von dem Inhalt des durch R1 angegebenen Standardregisters subtrahiert, das Ergebnis wird in das durch R1 angegebene Standardregister geschrieben.
Der bisherige<R1> wird überschrieben, < R2>bleibt erhalten.

Doppelwort : <R1> - <R2> --> R1 - - - 1. Hälfte,
< R1+1> -<R2+1> --> R1 + 1 - - - 2. Hälfte.

Der bei der ersten Subtraktion entstehende Übertrag wird bei der zweiten Hälfte mitberücksichtigt.

Bem. : Sonderfälle treten auf wie bei AAa, b besprochen.

SPa, b Subtraktion mit Prüfen
T : 1, 96 /us (+ 0, 98 /us)

SUP	R	R1	R2
15			O

<R1> - <R2> --> Prüfen auf Vorzeichen negativ

Der Inhalt des durch R2 angegebenen Standardregisters wird vom Inhalt des durch R1 angegebenen Standardregisters subtrahiert, das Ergebnis wird auf negatives Vorzeichen geprüft.

<R 1>bleibt erhalten,< R2> bleibt erhalten.

Ist das Vorzeichen negativ, d. h. der Test erfüllt, so werden zwei Adressen im BZ übersprungen; ist der Test nicht erfüllt, so wird der nächste Befehl ausgeführt .
Keine Doppelwortoperation.

2.2.3. Logische Befehle

Ja,b Intersektion
T : 1,96 µs

JNT	R	R1	R2

15 ... O

<R1> ∧ <R2> ---> R1

Der Inhalt des durch R2 angegebenen Standardregisters wird mit dem Inhalt des durch R1 angegebenen Standardregisters Stelle für Stelle gemäß der log. Funktion "UND" verknüpft.
Das Ergebnis wird in das durch R1 angegebene Standard - register geschrieben.
Der bisherige <R1> wird überschrieben, <R2> bleibt erhalten.

Die logische Funktion "UND" hat folgende Wertetafel :

1. Op.	2. Op.	Ergeb.
O	O	O
O	1	O
1	O	O
1	1	1

Keine Doppelwortoperation.

JPa,b Intersektion mit Prüfen
T : 1,96 µs (+ 0,98 µs)

JNP	R	R1	R2

15 ... O

<R1> ∧ <R2> ---> Prüfen auf O

Die Intersektion wird wie bei Ja,b durchgeführt, das Ergebnis wird nun auf "Null" geprüft, jedoch nicht in das durch R1 angegebene Standardregisters geschrieben.

<R1> bleibt erhalten, <R2> bleibt erhalten.

Ist das Ergebnis der "UND-Verknüpfung" in allen Stellen "Null", so wird der Befehlszähler um 4 erhöht; ist das Testergebnis nicht erfüllt, so wird der nächste Befehl ausgeführt.

Keine Doppelwortoperation.